

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Pelaksanaan penelitian ini menggunakan desain penelitian *Research and Development* dengan model 4D. Adapun langkah-langkah yang terdapat pada model 4D, yaitu *define* (pendefinisian), *design* (perencanaan), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebaran) (Thiagarajan & Semmel, 1974: 5). Alasan menggunakan model pengembangan 4D karena langkah-langkah yang tercantum dalam kegiatan pengembangan sudah memenuhi langkah penelitian secara keseluruhan. Sementara itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan perangkat pembelajaran fisika yang berbasis *guided inquiry* yang berbantuan simulasi android permainan *tulup* untuk meningkatkan kemampuan literasi sains dan *higher order thinking skills* (HOTS) peserta didik SMA.

B. Prosedur Pengembangan

Penelitian pengembangan ini menggunakan 4 tahapan utama pada model 4D. Prosedur yang dilakukan dalam mengembangkan perangkat pembelajaran fisika yang berbasis *guided inquiry* dengan bantuan simulasi android permainan *tulup* pada materi momentum dan impuls dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Tahap *Define* (Pendefinisian)

Kegiatan pada tahapan pendefinisian ini bertujuan untuk menentukan dan mendefinisikan kebutuhan dalam kegiatan belajar yang disesuaikan

dengan indikator pembelajaran atau dapat dikatakan sebagai analisis kebutuhan. Analisis kebutuhan mencakup lima tahapan yaitu sebagai berikut.

a. Analisis Awal

Pada langkah ini dilakukan diagnosis awal pembelajaran fisika yang dilakukan di SMA N 5 Yogyakarta mengenai perlu tidaknya perangkat pembelajaran fisika berbantuan simulasi android permainan *tulup* dengan menggunakan model pembelajaran *guided inquiry* ini melalui wawancara dengan guru fisika dan peserta didik kelas X MIPA. Selain itu, juga melakukan observasi mengenai kegiatan pembelajaran fisika di kelas X MIPA dan observasi mengenai fasilitas pendukung yang menunjang kegiatan pembelajaran sehingga dapat meningkatkan efektivitas dalam pembelajaran fisika.

b. Analisis Peserta Didik

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada kegiatan observasi terhadap pembelajar, diketahui bahwa HOTS pembelajar masih tergolong dalam kategori rendah. Kegiatan belajar fisika juga masih mengintegrasikan metode ceramah dan model pembelajaran yang berpusat pada pendidik. Dengan demikian, dibutuhkan suatu model pembelajaran lain yang lebih terpusat pada peserta didik dengan menyesuaikan kurikulum 2013. Berdasarkan hasil obeservasi dengan guru mata pelajaran, guru masih menggunakan perangkat pembelajaran yang sudah tersedia dan belum mengaitkan dengan kearifan lokal.

c. Analisis Tugas

Pada langkah ini ditentukan kompetensi inti (KI) dan kompetensi dasar (KD) sesuai Kurikulum 2013 yang digunakan di sekolah. Kemudian KD yang telah ditentukan dijabarkan menjadi indikator pencapaian kompetensi, supaya peserta didik mampu mencapai kompetensi yang diharapkan. Kompetensi dasar yang diambil pada penelitian ini adalah,

KD 3.10 Menganalisis konsep momentum dan impuls, serta hukum kekekalan momentum dalam kehidupan sehari-hari.

KD 4.10 menyajikan hasil pengujian penerapan hukum kekekalan momentum.

d. Analisis Konsep

Pada tahap analisis konsep ditentukan konsep-konsep yang ada dalam materi pokok kemudian saling dikaitkan antarkonsep yang ada sehingga menjadi satu kesatuan materi pokok momentum dan impuls dan direncanakan langkah-langkah penyampaian konsep tersebut. Konsep-konsep yang terdapat pada momentum dan impuls mencakup gaya, momentum, impuls, hukum kekekalan momentum, dan tumbukan. Berdasarkan konsep-konsep tersebut kemudian dikaitkan dengan permainan *tulup*, sehingga dapat disusun perangkat pembelajaran fisika yang mencakup materi yang disampaikan secara detail berbasis permainan *tulup*.

e. Analisis Tujuan Pembelajaran

Pada langkah ini ditentukan tujuan dalam pembelajaran fisika yang sesuai dengan indikator kompetensi yang telah dibuat berdasarkan kompetensi inti (KI) dan kompetensi dasar (KD) pada kurikulum 2013. Tujuan pembelajaran ini dituliskan dalam Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP). Selain itu, tujuan pembelajaran yang disusun juga disesuaikan dengan indikator kemampuan literasi sains dan HOTS.

Pada tahapan *define* (pendefinisian) yang bertujuan untuk mendefinisikan kebutuhan dalam pembelajaran yang disesuaikan dengan indikator pembelajaran tersebut secara umum menargetkan untuk memperoleh hasil yang konkret dalam membantu penyusunan perangkat pembelajaran fisika. Adapun hasil yang hendak dicapai melalui tahapan *define* (pendefinisian) ini yaitu berupa pedoman penyusunan produk perangkat pembelajaran fisika berbasis *guided inquiry* yang berbantuan simulasi android permainan *tulup*.

2. Tahap Design (Perancangan)

Pada tahap perancangan dibuat *draft* perangkat pembelajaran yang dikembangkan berupa silabus, RPP, LKPD, simulasi android permainan *tulup*, dan instrumen tes kemampuan literasi sains dan HOTS. Kemudian dibuat juga instrumen pengukuran berupa angket respon penggunaan media simulasi android permainan *tulup* oleh peserta didik, lembar telaah kelayakan perangkat pembelajaran, serta lembar validasi instrumen tes kemampuan literasi sains dan HOTS. Perangkat pembelajaran dan instrumen pengukuran dinilai

kelayakannya dan divalidasi oleh dosen ahli, guru pembimbing (praktisi), dan teman sejawat sehingga didapatkan perangkat pembelajaran dan instrumen pengukuran yang layak untuk digunakan. Apabila terdapat saran dan masukan pada perangkat pembelajaran dan instrumen pengukuran, maka langsung dilakukan revisi.

a. Perangkat Pembelajaran Fisika

Dalam penelitian ini, perangkat pembelajaran fisika yang disusun berbasis pada model pembelajaran *guided inquiry* dengan bantuan simulasi android permainan *tulup*. Adapun komponen-komponen yang terdapat pada perangkat pembelajaran fisika berbasis *guided inquiry* dengan bantuan simulasi android permainan *tulup* sebagai berikut.

1) Silabus

Dalam penelitian ini, silabus yang dikembangkan didasarkan pada kurikulum 2013 yang mengacu pada Permendikbud No. 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah. Aspek yang terdapat pada silabus hasil pengembangan ini antara lain yaitu, format silabus, indentitas silabus, KI, KD, indikator pencapaian kompetensi, kegiatan pembelajaran, alokasi waktu, sumber belajar, dan asesmen. Silabus yang dikembangkan dalam penelitian ini juga dipadukan dengan sintaks *guided inquiry* serta indikator kemampuan literasi sains dan HOTS. Adapun panduan pengembangan silabus pada penelitian ini dapat ditunjukkan dalam Lampiran 2.b.

2) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Dalam penelitian ini, RPP yang dikembangkan didasarkan pada kurikulum 2013 yang mengacu pada Permendikbud No. 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah. Aspek yang terdapat pada RPP hasil pengembangan ini antara lain yaitu, identitas mata pelajaran, KI, KD, indikator pencapaian kompetensi, tujuan pembelajaran, materi ajar, sumber belajar, metode pembelajaran, alokasi waktu, kegiatan pembelajaran, dan asesmen. Penyusunan RPP pada penelitian ini juga dipadukan dengan sintaks *guided inquiry* serta indikator literasi sains dan HOTS. Adapun panduan pengembangan RPP pada penelitian ini dapat ditunjukkan pada Lampiran 2.f.

3) Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Dalam penelitian ini, LKPD yang dikembangkan mengacu pada Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas (2008) tentang Panduan Pengembangan Bahan Ajar. Selain itu, LKPD yang dikembangkan juga disesuaikan dengan sintaks model pembelajaran *guided inquiry*, indikator kemampuan literasi sains, indikator HOTS, dan memanfaatkan simulasi android permainan *tulup* untuk menyelesaikan beragam persoalan yang ada pada LKPD. Sementara itu, aspek yang terdapat dalam LKPD ini antara lain yaitu, aspek penyajian, isi, tampilan, dan kebahasaan. Adapun panduan pengembangan LKPD *guided inquiry* pada penelitian ini dapat ditunjukkan pada Lampiran 2.j.

4) Simulasi Android Permainan *Tulup*

Pada tahap ini juga disusun rancangan awal simulasi android permainan *tulup*. Rancangan awal simulasi android permainan *tulup* ini difokuskan pada penyusunan *flow chart* dan *storyboard*. *Flow chart* yang disusun ini berisi gambaran alur penunjuk dalam mengoperasikan media simulasi android permainan *tulup*. Tujuan penyusunan *flow chart* ini yaitu untuk mempermudah dalam pembacaan alur pengoperasian simulasi permainan *tulup*. Sementara itu, *story board* yang telah disusun tersebut digunakan untuk menampilkan secara rinci komponen-komponen pendukung media simulasi android permainan *tulup*.

Simulasi android permainan *tulup* ini dapat digunakan kapanpun dan dimanapun dengan menggunakan *smarthphone* serta dapat juga menggunakan komputer atau laptop. Sementara itu, media pembelajaran fisika yang dikembangkan dengan memanfaatkan android sebagai wadah media simulasi. Selain itu, media simulasi yang dikembangkan juga mengangkat permainan *tulup*. Komponen yang terdapat dalam media simulasi android permainan *tulup* berupa nama media simulasi, pengenalan media, petunjuk penggunaan, peta konsep, video permainan *tulup*, daftar materi fisika pada *tulup*, materi gerak parabola, materi bunyi, materi momentum dan impuls, simulasi *tulup*, evaluasi, dan profil pembuat media simulasi android permainan *tulup*. Adapun *flow chart* dan *story board* yang dikembangkan dalam penelitian ini masing-masing ditunjukkan pada Lampiran 2.n. dan 2.o.

5) Butir Soal Tes Kemampuan Literasi Sains

Butir soal tes kemampuan literasi sains yang dikembangkan berupa tes tertulis berwujud pilihan ganda beralasan. Soal tes ini dikembangkan berdasarkan indikator literasi sains yang dipadukan dengan indikator pencapaian kompetensi. Dalam penelitian ini, soal tes literasi sains yang dikembangkan sebanyak 25 butir soal untuk *pretest* dan *posttest* serta kisi-kisinya dapat ditunjukkan dalam Lampiran 2.u. *Pretest* untuk mengetahui literasi sains awal peserta didik sebelum diberikan perlakuan dan *posttest* untuk mengetahui literasi sains pembelajar setelah diberi stimulus pembelajaran fisika dengan berpedoman pada perangkat pembelajaran fisika *guided inquiry* berbantuan simulasi *tulup* pada materi momentum dan impuls.

6) Instrumen Soal Tes *Higher Order Thinking Skills* (HOTS)

Butir soal tes HOTS yang dikembangkan berupa tes tertulis berbentuk pilihan ganda beralasan. Soal tes dikembangkan dalam penelitian ini didasarkan pada indikator HOTS yang disesuaikan dengan indikator pencapaian kompetensi. Soal tes HOTS yang dikembangkan sebanyak 25 butir soal untuk *pretest* dan *posttest* serta kisi-kisinya dapat ditunjukkan dalam Lampiran 2.y. *Pretest* untuk mengathui HOTS awal pembelajar sebelum diberikan perlakuan dan *posttest* untuk mengetahui HOTS pembelajar setelah diberikan stimulus berupa kegiatan belajar fisika menggunakan perangkat pembelajaran *guided inquiry* berbantuan simulasi permainan *tulup*.

b. Instrumen Pengukuran

Instrumen pengukuran yang disusun dalam penelitian ini berupa instrumen penilaian kelayakan silabus, instrumen penilaian kelayakan RPP, penilaian kelayakan LKPD, penilaian kelayakan media simulasi android permainan *tulup* oleh ahli materi dan media, respon yang diberikan pembelajar terhadap media simulasi android permainan *tulup*, instrumen validasi soal literasi sains, dan instrumen validasi soal HOTS.

1) Instrumen Penilaian Kelayakan Silabus

Instrumen penilaian kelayakan silabus disusun berdasarkan pada kurikulum 2013 yang mengacu pada Permendikbud No. 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah. Instrumen penilaian kelayakan silabus ini juga disesuaikan dengan sintaks model pembelajaran *guided inquiry*. Aspek-aspek dalam instrumen penilaian kelayakan silabus antara lain yaitu, aspek format silabus, indentitas silabus, KI, KD, indikator pencapaian kompetensi, sumber belajar, alokasi waktu, kegiatan pembelajaran, dan asesmen. Sementara itu, instrumen penilaian kelayakan silabus ini berupa angket dengan pilihan jawaban Ya-Tidak dan kisi-kisi penilaian kelayakan silabusnya dapat diamati pada Lampiran 2.e.

2) Instrumen Penilaian Kelayakan RPP

Instrumen penilaian kelayakan RPP disusun berdasarkan pada kurikulum 2013 yang mengacu pada Permendikbud No. 22 Tahun 2016

tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah. Instrumen penilaian kelayakan RPP ini juga disesuaikan dengan sintaks *guided inquiry*. Aspek-aspek dalam instrumen penilaian kelayakan RPP antara lain yaitu, aspek kelengkapan format dan identitas RPP; indikator pencapaian kompetensi dan tujuan pembelajaran; materi ajar; pendekatan, model, metode, media, dan sumber belajar; tahapan pembelajaran; dan kebahasaan. Sementara itu, instrumen penilaian kelayakan RPP ini berupa angket dengan pilihan jawaban Ya-Tidak dan kisi-kisi penilaian kelayakan RPP dapat diamati pada Lampiran 2.i.

3) Instrumen Penilaian Kelayakan LKPD

Dalam penelitian ini, instrumen untuk menilai kelayakan LKPD disusun berdasarkan pada Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas (2008) tentang Panduan Pengembangan Bahan Ajar. Instrumen penilaian kelayakan LKPD ini juga disesuaikan dengan sintaks *guided inquiry* serta indikator literasi sains dan HOTS. Aspek-aspek dalam instrumen penilaian kelayakan LKPD yaitu, aspek penyajian, isi, tampilan, dan kebahasaan. Sementara itu, instrumen penilaian kelayakan LKPD ini berupa angket dengan pilihan jawaban Ya-Tidak dan kisi-kisi penilaian kelayakannya dapat diamati pada Lampiran 2.m.

4) Instrumen Penilaian Kelayakan Media Simulasi Permainan *Tulup*

Media simulasi android permainan *tulup* dinilai kelayakannya oleh dua validator ahli, yaitu ahli materi dan media. Sementara itu, aspek-aspek dalam instrumen penilaian kelayakan media simulasi permainan

tulup yaitu aspek pembelajaran, materi, tampilan audio visual, rekayasa perangkat lunak, serta kemudahan dan keluwesan dalam mengakses media simulasi permainan *tulup*. Instrumen penilaian kelayakan media simulasi permainan *tulup* ini berupa angket dengan pilihan jawaban Ya-Tidak. Kisi-kisi instrumen penilaian kelayakan media simulasi permainan *tulup* dapat diamati di Lampiran 2.p.

5) Instrumen Respon Peserta Didik terhadap Media Simulasi Android Permainan *Tulup*

Instrumen pengukuran terhadap respon yang diberikan oleh pendidik terhadap simulasi permainan *tulup* ini berupa angket dengan pilihan jawaban, menggunakan modifikasi skala *Likert* dengan empat pilihan jawaban, yaitu 1 (sangat tidak setuju), 2 (tidak setuju), 3 (setuju), dan 4 (sangat setuju). Sementara itu, kisi-kisi angket respon pembelajar terhadap simulasi permainan *tulup* dapat diamati pada Lampiran 2.ab. Selain itu, angket respon peserta didik terhadap simulasi permainan *tulup* juga dinilai kelayakannya. Aspek-aspek dalam instrumen yang digunakan untuk menilai kelayakan angket respon pembelajar terhadap simulasi permainan *tulup* antara lain yaitu, aspek materi dan aspek operasional media.

Sementara itu, instrumen yang digunakan untuk menilai kelayakan angket respon yang diberikan oleh pembelajar terhadap media simulasi permainan *tulup* ini berupa angket dengan pilihan jawaban Ya-Tidak. Kisi-kisi instrumen penilaian kelayakan angket respon yang

diberikan pembelajar terhadap simulasi permainan *tulup* dapat diamati dalam Lampiran 2.ad.

6) Instrumen Validasi Soal Kemampuan Literasi Sains

Instrumen validasi ini digunakan untuk mengetahui validitas isi soal-soal kemampuan literasi sains berdasarkan penilaian validator ahli dan validator praktisi. Instrumen validasi soal literasi sains ini juga disesuaikan dengan indikator literasi sains. Aspek-aspek dalam soal literasi sains yang divalidasi antara lain yaitu, aspek materi, konstruksi, kesesuaian dengan indikator literasi sains, dan kebahasaan yang kisi-kisinya dapat diamati pada Lampiran 2.v.

7) Instrumen Validasi Soal *Higher Order Thinking Skills* (HOTS)

Instrumen validasi ini digunakan untuk mengetahui validitas isi soal-soal HOTS berdasarkan penilaian validator ahli (dosen), validator praktisi (guru fisika dan teman sejawat). Instrumen validasi soal HOTS ini juga disesuaikan dengan indikator HOTS. Aspek-aspek dalam soal HOTS yang divalidasi antara lain yaitu, aspek materi, konstruksi, kesesuaian dengan indikator HOTS, dan kebahasaan. Lebih lanjut, kisi-kisi instrumen validasi soal HOTS dapat diamati pada Lampiran 2.z.

Pada tahapan *design* (perancangan) ini hasil yang hendak dicapai yaitu berupa rancangan *draft* produk perangkat pembelajaran fisika berbasis *guided inquiry* yang berbantuan simulasi android permainan *tulup* dan instrumen tes kemampuan literasi sains dan HOTS.

3. Tahap *Develop* (Pengembangan)

Perangkat pembelajaran fisika yang telah disusun pada tahap *design* kemudian ditelaah kelayakannya, serta instrumen tes literasi sains dan HOTS divalidasi oleh validator. Perangkat pembelajaran fisika, instrumen tes literasi sains, dan HOTS yang telah ditelaah dan divalidasi, kemudian diperbaiki berdasarkan saran dan komentar validator. Setelah itu, perangkat pembelajaran fisika, instrumen tes literasi sains, dan HOTS yang telah diperbaiki, kemudian diuji coba secara empiris, uji coba secara terbatas, dan uji coba secara luas. Adapun tahapan yang seyogyanya dilakukan pada tahap pengembangan ini sebagai berikut.

a. Telaah Kelayakan Perangkat Pembelajaran

Draft perangkat pembelajaran fisika yang telah disusun kemudian ditelaah kelayakannya oleh enam orang validator, meliputi dua dosen ahli, dua guru praktisi, dan dua teman sejawat mahasiswa pascasarjana pendidikan fisika. Kegiatan telaah kelayakan dilakukan pada silabus, RPP, LKPD, media simulasi android permainan *tulup*, dan serta angket respon penggunaan media simulasi android permainan *tulup* oleh peserta didik. Oleh karena itu, hasil dari telaah kelayakan ini didapatkan sebuah perangkat pembelajaran fisika dan instrumen pengukuran yang layak untuk diimplementasikan dalam kegiatan belajar fisika yang berbasis *guided inquiry* dengan bantuan simulasi android permainan *tulup* pada materi momentum dan impuls.

b. Validasi Instrumen Tes Kemampuan Literasi Sains dan HOTS

Draft instrumen tes literasi sains dan HOTS yang telah dikembangkan kemudian divalidasi oleh 6 orang validator, yang meliputi 2 dosen ahli, 2 guru praktisi, dan 2 teman sejawat mahasiswa pascasarjana pendidikan fisika. Oleh karena itu, hasil validasinya didapatkan instrumen tes literasi sains dan HOTS yang valid untuk mengukur literasi sains dan HOTS pembelajar SMA.

c. Revisi I

Apabila terdapat saran dan masukan pada hasil telaah kelayakan perangkat pembelajaran fisika *guided inquiry* yang bantuan simulasi *tulup* dan hasil validitas soal tes literasi sains dan HOTS, maka diperlukan revisi. Oleh karena itu, hasil pengembangan perangkat pembelajaran dan validasi instrumen tes literasi sains dan HOTS hasil revisi ini menjadi suatu produk yang siap diujikan secara empiris.

d. Uji Coba Empiris

Tahapan pengujian secara empiris dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik butir soal tes yang dimanfaatkan untuk mengetahui literasi sains dan HOTS peserta didik SMA. Karakteristik butir soal tes yang dapat diketahui melalui uji coba empiris yaitu, validitas empiris butir soal, reliabilitas, tingkat kesukaran, kurva karakteristik, dan fungsi informasi. Tahapan uji coba secara empiris ini dilakukan dengan mengujicobakan soal literasi sains dan HOTS yang telah dikembangkan

kepada pembelajar sejumlah 491 peserta didik. Hasil uji empiris ini kemudian diolah untuk mendapatkan soal tes literasi sains dan HOTS yang lebih valid dan reliabel. Setelah itu, instrumen tes literasi sains dan HOTS ini diujicobakan secara luas/lapangan.

e. Uji Coba Terbatas

Perangkat pembelajaran fisika berbasis *guided inquiry* dengan bantuan simulasi *tulup* yang sudah melalui perbaikan sesuai dengan saran dan masukan yang diberikan validator, kemudian diujikan secara terbatas kepada pembelajar SMA. Kegiatan uji coba ini dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh hasil keterbacaan produk yang telah dikembangkan berupa media simulasi permainan *tulup*. Aspek-aspek keterbacaan simulasi permainan *tulup* yang dinilai oleh peserta didik berupa aspek materi fisika di dalam simulasi permainan *tulup* dan aspek operasional simulasi permainan *tulup*. Simulasi permainan *tulup* tersebut diberikan kepada peserta didik kelas XI MIPA di SMA N 9 Yogyakarta yang berjumlah 86 pembelajar tanpa melalui kegiatan pembelajaran fisika di kelas. Hal tersebut dilakukan karena pembelajar kelas XI MIPA di SMA N 9 Yogyakarta telah mempelajari materi momentum dan impuls.

f. Revisi II

Apabila terdapat saran perbaikan dari ahli mengenai perangkat pembelajaran fisika berbasis *guided inquiry* dengan bantuan simulasi *tulup* serta instrumen soal tes literasi sains dan HOTS, peneliti kemudian

melakukan revisi sebelum melakukan uji coba secara luas/lapangan. Oleh karena itu, melalui hasil revisi yang kedua ini diperoleh produk perangkat pembelajaran fisika yang berbasis *guided inquiry* dengan bantuan simulasi android permainan *tulup* serta instrumen soal tes kemampuan literasi sains dan HOTS yang siap untuk diujicobakan secara luas.

g. Uji Lapangan Operasional

Pelaksanaan uji coba lapangan dilakukan di SMA N 5 Yogyakarta pada kelas X MIPA 1, X MIPA 2, dan X MIPA 3. Tujuan dari pelaksanaan uji lapangan operasional ini untuk mendapatkan produk akhir berupa perangkat pembelajaran fisika berbantuan simulasi permainan *tulup* menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing yang layak dan efektif dimanfaatkan dalam kegiatan belajar fisika.

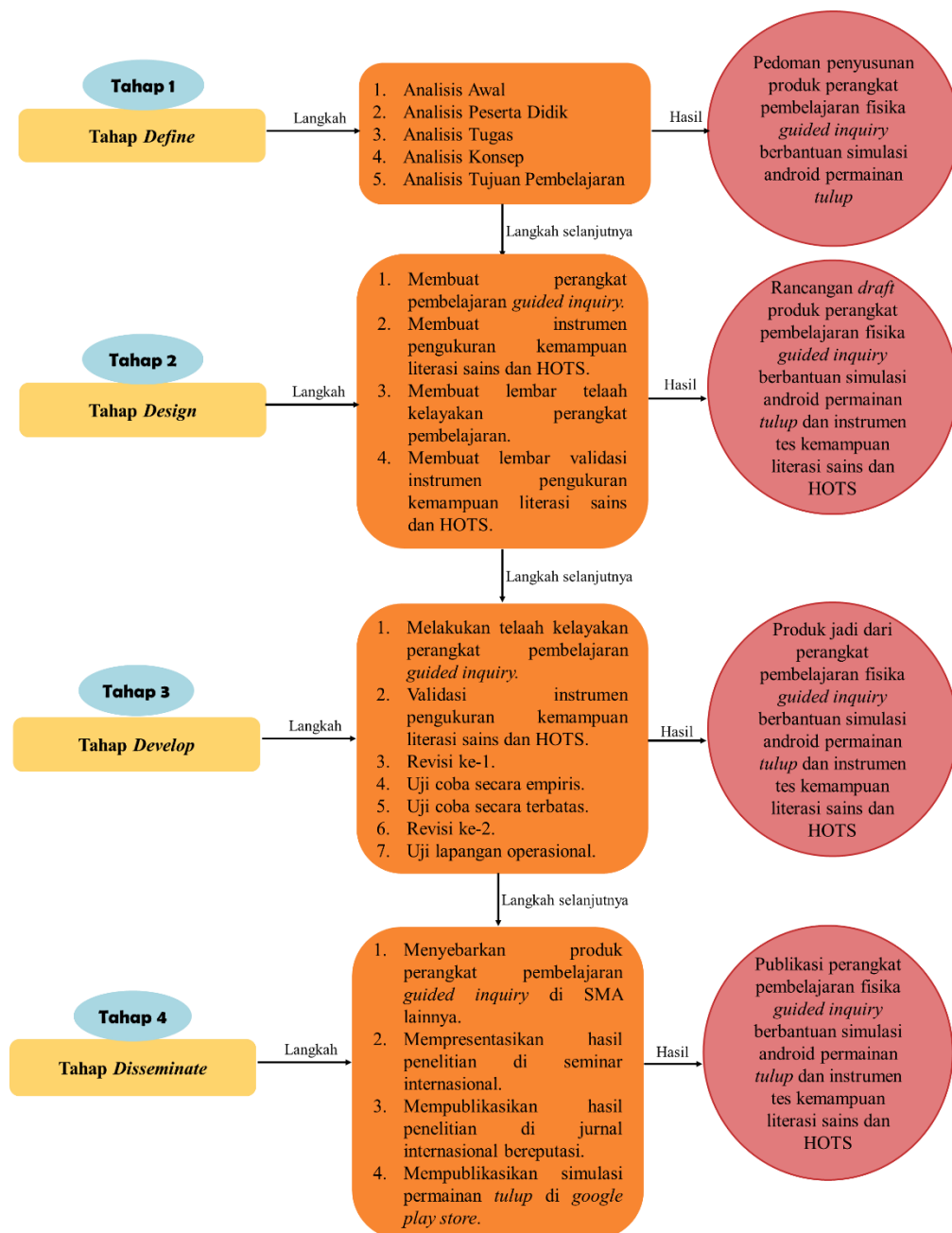
Pada tahapan *develop* (pengembangan) ini hasil yang hendak dicapai yaitu berupa produk yang sudah jadi dari perangkat pembelajaran fisika berbasis *guided inquiry* yang berbantuan simulasi android permainan *tulup* dan instrumen tes kemampuan literasi sains dan HOTS.

4. Tahap Disseminate (Penyebarluasan)

Pada tahap *disseminate* ini, peneliti menyebarluaskan hasil penelitian pengembangan perangkat pembelajaran *guided inquiry* dengan bantuan simulasi android permainan *tulup* kepada guru dan peserta didik di SMA yang lain. Selain itu, hasil penelitian pengembangan ini juga disebarluaskan melalui presentasi di seminar internasional dan publikasi di jurnal ilmiah dalam negeri maupun luar negeri. Sementara itu, media simulasi android permainan *tulup*

tersebut diunggah ke *google play store*. Hal ini bertujuan supaya media simulasi android permainan *tulup* tersebut dapat digunakan secara massal dalam membantu memahami materi momentum dan impuls.

Secara umum langkah-langkah model 4-D yang dilakukan dalam penelitian dapat ditunjukkan pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Skema Model 4-D

C. Desain Uji Coba Produk

1. Desain Uji Coba

Kegiatan uji lapangan dilaksanakan di SMA N 5 Yogyakarta pada kelas X MIPA 1, X MIPA 2, dan X MIPA 3. Dalam pelaksanaan uji coba secara lapangan ini, kelas X MIPA 1 bertindak sebagai kelas eksperimen, kelas X MIPA 2 bertindak sebagai kelas kontrol 1, dan kelas X MIPA 3 bertindak sebagai kelas kontrol 2. Pembelajaran di kelas eksperimen diberikan perlakuan berupa kegiatan belajar fisika dengan memanfaatkan perangkat pembelajaran fisika *guided inquiry* dengan bantuan simulasi permainan *tulup*. Peserta didik di kelas kontrol 1 diberikan perlakuan berupa kegiatan belajar fisika dengan memanfaatkan perangkat pembelajaran *problem based learning* (PBL) dengan bantuan simulasi PhET. Sementara itu, peserta didik di kelas kontrol 2 diberikan perlakuan berupa kegiatan belajar fisika dengan memanfaatkan perangkat pembelajaran fisika *number head together* (NHT) dengan bantuan buku paket fisika yang digunakan oleh pendidik kelas X MIPA di SMA N 5 Yogyakarta. Pokok bahasan fisika yang diajarkan kepada peserta didik di ketiga kelas tersebut adalah materi momentum dan impuls.

Desain uji coba lapangan yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini yaitu mengintegrasikan desain *pretest posttest control group design*. *Pretest* dilakukan sebelum diberikan perlakuan yang mempunyai tujuan untuk mengetahui literasi sains dan HOTS awal pembelajar di ketiga kelas tersebut. Setelah diberikan stimulus yang berbeda pada ketiga kelas tersebut, kemudian ketiga kelas tersebut diberikan *posttest* yang

bertujuan mengukur kemampuan literasi sains dan HOTS akhir peserta didik. Adapun desain uji coba lapangan yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini dapat ditunjukkan pada Tabel 11 berikut.

Tabel 11. Desain Uji Coba Lapangan

Kelas	Y ₁			Y ₂		
	Pretest	Perlakuan	Posttest	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O ₁	X ₁	O ₂	O ₁	X ₁	O ₂
Kontrol 1	O ₁	X ₂	O ₂	O ₁	X ₂	O ₂
Kontrol 2	O ₁	X ₃	O ₂	O ₁	X ₃	O ₂

Keterangan:

Y₁: Kemampuan literasi sains

Y₁: Representasi HOTS

O₁: *Pretest*

O₂: *Posttest*

X₁: Kegiatan belajar fisika pada pokok bahasan momentum dan impuls dengan memanfaatkan perangkat pembelajaran *guided inquiry* yang bantuan simulasi android permainan *tulup*.

X₂: Kegiatan belajar fisika pada pokok bahasan momentum dan impuls dengan memanfaatkan perangkat pembelajaran *problem based learning* (PBL) dengan bantuan simulasi PhET..

X₃: Kegiatan belajar fisika pada pokok bahasan momentum dan impuls dengan memanfaatkan perangkat pembelajaran *number head together* (NHT) dengan bantuan buku paket fisika yang digunakan oleh guru fisika kelas X MIPA di SMA N 5 Yogyakarta.

2. Subjek Uji Coba

Dalam penelitian ini, subjek uji coba secara empiris, terbatas, dan lapangan dipilih berdasarkan teknik *cluster sampling*. Teknik ini dipilih karena pengambilan anggota sampel dari populasi dilakukan secara acak tanpa memperhatikan strata yang ada. Sementara itu, pengambilan sampel acak sederhana pada uji coba secara empiris, terbatas, dan lapangan dilakukan dengan cara undian. Melalui cara tersebut, maka subjek uji coba secara lapangan yang digunakan meliputi pembelajar kelas X MIPA 1, MIPA 2, dan MIPA 3 di SMA N 5 Yogyakarta yang berjumlah 90 peserta didik. Kegiatan penelitian dilakukan pada bulan Januari sampai September 2019 karena materi pokok momentum dan impuls disampaikan pada semester genap tahun pelajaran 2018/2019. Sementara itu, subjek yang digunakan dalam tahapan uji coba terbatas yaitu pembelajar kelas XI MIPA di SMA N 9 Yogyakarta yang berjumlah 86 pembelajar. Peserta didik kelas XI MIPA di SMA N 9 Yogyakarta telah mempelajari materi momentum dan impuls.

Sementara itu, subjek yang digunakan dalam tahapan uji coba secara empiris yaitu peserta didik kelas XI MIPA dari SMA N 1 Ngaglik, SMA N 1 Depok-Sleman, SMA N 4 Yogyakarta, SMA N 11 Yogyakarta, SMA N 1 Sewon, dan SMA N 1 Kasihan yang semuanya telah menerima materi momentum dan impuls. Uji coba empiris ini dilakukan dengan mengujicobakan soal tes literasi sains dan HOTS yang telah dikembangkan kepada 491 pembelajar. Selain itu, pertimbangan menggunakan subjek uji coba empiris dari beberapa SMA tersebut karena menurut teori respon butir syarat

minimal subjek uji coba empiris lebih dari 250, serta keenam SMA tersebut juga masuk dalam kategori tinggi, sedang, dan rendah berdasarkan hasil ujian nasional (UN) tahun 2018.

3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

a. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan secara berkala selama proses penyusunan instrumen sampai proses pembelajaran.

- 1) Data studi pendahuluan berupa informasi kegiatan belajar fisika yang dilaksanakan oleh pendidik, kondisi kelas, media pembelajaran fisika yang sering dimanfaatkan oleh pendidik, kemampuan pembelajar, dan beragam persoalan yang dihadapi oleh pembelajar diperoleh dengan melaksanakan kegiatan observasi dan wawancara dengan pendidik fisika serta peserta didik.
- 2) Data kelayakan perangkat pembelajaran fisika berbasis *guided inquiry* dengan bantuan simulasi android permainan *tulup* diperoleh menggunakan lembar telaah kelayakan silabus, RPP, dan LKPD yang dilakukan dosen ahli, guru praktisi, dan teman sejawat.
- 3) Data validitas dan reliabilitas butir soal kemampuan literasi sains dan HOTS diperoleh melalui validasi kedua butir soal tersebut oleh validator dan diperoleh melalui uji coba empiris.
- 4) Data kelayakan media simulasi android permainan *tulup* diperoleh menggunakan instrumen telaah kelayakan media, yang dilaksanakan oleh ahli media, ahli materi, guru pembimbing, dan teman sejawat.

- 5) Data kemampuan literasi sains dan HOTS awal dan akhir pembelajar didapatkan melalui kegiatan *pretest* dan *posttest*.
- 6) Data respon pembelajar terhadap keterbacaan media simulasi android permainan *tulup* didapatkan melalui pemberian angket respon kepada pembelajar.
- 7) Data berupa bukti pelaksanaan penelitian pengembangan ini dari tahap studi pendahuluan sampai penelitian pengembangan ini selesai diperoleh melalui foto dokumentasi.

b. Instrumen Pengumpulan Data

1) Lembar Penilaian Perangkat Pembelajaran

Lembaran ini dimanfaatkan sebagai sarana untuk memperoleh data kelayakan perangkat pembelajaran dari ahli yang terdiri dari dosen ahli, praktisi, dan teman sejawat. Hasil penilaian ini dijadikan sebagai pedoman untuk memperbaiki perangkat pembelajaran yang diimplementasikan pada penelitian ini. Lembar penilaian ini mencakup lembar telaah kelayakan silabus, RPP, LKPD, simulasi android permainan *tulup*, serta lembar validasi soal tes literasi sains dan HOTS.

2) Soal Tes Kemampuan Literasi Sains dan HOTS

Soal tes literasi sains dan HOTS terdiri dari soal *pretest* dan *posttest* yang masing-masing berjumlah 50 soal pilihan ganda beralasan, dengan rincian 25 soal pilihan ganda beralasan literasi sains dan 25 soal pilihan ganda beralasan HOTS. Butir soal tersebut diujikan kepada

pembelajar sebelum kegiatan belajar fisika sebagai *pretest* dan sesudah belajar fisika sebagai *posttest*.

3) Angket Respon Peserta Didik terhadap Penggunaan Media Simulasi Android Permainan *Tulup*

Angket respon yang diberikan oleh pembelajar ini digunakan untuk mengukur keefektivitasan pemanfaatan media simulasi android permainan *tulup* dalam kegiatan belajar fisika pada pokok bahasan momentum dan impuls. Aspek yang terkandung dalam angket respon penggunaan media simulasi android permainan *tulup* dalam perangkat pembelajaran ini terdiri dari aspek materi dan operasional media. Adapun kisi-kisi angket respon pembelajar terhadap penggunaan simulasi android permainan *tulup* dapat diamati pada Lampiran 2.ab. Pengisian angket respon ini dilakukan oleh peserta didik menggunakan modifikasi skala *Likert* dengan empat pilihan jawaban, yaitu 1, 2, 3, dan 4 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 12 berikut.

Tabel 12. Modifikasi Skala *Likert* Positif dan Negatif

Jawaban	Skor Pernyataan	
	Positif	Negatif
Sangat Setuju	4	1
Setuju	3	2
Tidak Setuju	2	3
Sangat Tidak Setuju	1	4

4. Teknik Analisis Data

Data yang dianalisis pada penelitian ini yaitu data penilaian kelayakan produk berupa perangkat pembelajaran fisika yang berbasis *guided inquiry*

dengan bantuan simulasi permainan *tulup* yang terdiri dari silabus, RPP, LKPD, simulasi permainan *tulup*, dan data penilaian kelayakan angket respon peserta didik terhadap simulasi android permainan *tulup*. Pada bagian ini juga membahas teknik analisis data instrumen literasi sains dan HOTS. Data pada instrumen literasi sains dan HOTS yang dianalisis mencakup validitas, reliabilitas, dan tingkat literasi sains serta HOTS peserta didik.

a. Analisis Penilaian Kelayakan Produk

1) Analisis Penilaian Kelayakan Perangkat Pembelajaran Fisika

Analisis penilaian kelayakan perangkat pembelajaran berupa silabus, RPP, LKPD, media simulasi android permainan *tulup*, dan respon peserta didik terhadap penggunaan media simulasi android permainan *tulup* hasil pengembangan menggunakan analisa deskriptif dengan tahapan sebagai berikut (Sugiyono, 2015: 55).

- a) Mengkonversikan skala pernyataan ke dalam nilai skala 0 dan 1 yaitu, Tidak = 0 dan Ya = 1.
- b) Menghitung rerata skor penilaian dengan menggunakan persamaan (17) berikut.

$$\bar{X} = \frac{\sum_i^n x}{n} \quad (17)$$

keterangan:

\bar{X} = Skor rerata

x_i = Jumlah skor dari i sampai ke n

n = Jumlah penilai

Nilai rata-rata yang diperoleh selanjutnya dikonversi menjadi skala 4 dengan tahapan sebagai berikut.

- a) Mencari rerata ideal (\bar{X}_i) dan simpangan baku ideal (SB_i),

$$\bar{X}_i = \frac{1}{2}(\text{skor maksimum ideal} + \text{skor minimum ideal})$$

$$SB_i = \frac{1}{6}(\text{skor maksimum ideal} - \text{skor minimum ideal})$$

dengan,

Skor maksimum ideal = Σ butir kriteria \times skor tertinggi

Skor minimum ideal = Σ butir kriteria \times skor terendah

- b) Melakukan konversi skor menjadi nilai dengan kriteria seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 13 berikut.

Tabel 13. Kriteria Penilaian Skala Empat

Skor Responden	Kategori
$X \geq \bar{X}_i + 1,5 SB_i$	Sangat Layak
$\bar{X}_i < X \leq \bar{X}_i + 1,5 SB_i$	Layak
$\bar{X}_i - 1,5 SB_i < X \leq \bar{X}_i$	Tidak Layak
$X \leq \bar{X}_i - 1,5 SB_i$	Sangat Tidak Layak

(Mardapi, 2012: 162).

2) Analisis Keefektifan Penggunaan Perangkat Pembelajaran

Guided Inquiry Berbantuan Simulasi Android Permainan *Tulup*

Data hasil literasi sains dan HOTS pembelajar diolah dengan menggunakan beberapa analisis statistik *Anava Mixed*. Uji Anava Mixed dilakukan karena jumlah variabel *dependent* lebih dari satu dan variabel *independent* jumlahnya dapat satu atau lebih. Adapun variabel *dependent* yang digunakan pada penelitian ini yaitu literasi sains dan HOTS pembelajar. Sedangkan variabel *independent*nya adalah belajar fisika

dengan mengimplementasikan perangkat pembelajaran *guided inquiry* dengan bantuan simulasi permainan *tulup*. Pengujian terhadap pengaruh penggunaan perangkat pembelajaran fisika yang berbasis *guided inquiry* dengan bantuan simulasi permainan *tulup* dengan analisis *Anava Mixed*.

Sebelum dilakukan uji *Anava Mixed*, dilaksanakan tahapan uji prasyarat. Tahapan uji prasyarat ini mencakup uji normalitas, uji homogenitas, dan uji efektivitas. Berikut ini penjelasan dari masing-masing uji prasyarat.

a) Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah distribusi data-data pada variabel *dependent* dan *independent* menyerupai atau mendekati distribusi normal. Tahapan uji normalitas ini dilakukan terhadap data literasi sains dan HOTS pembelajar dari kelas eksperimen, kontrol 1, dan kontrol 2. Analisis uji normalitas dapat dilaksanakan dengan uji *Shapiro-Wilk* melalui program SPSS. Sementara itu, sampel dapat dikatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi pada keluaran analisis *Shapiro-Wilk* lebih dari atau sama dengan 0,05 ($\text{sig} \geq 0,05$).

b) Uji Homogenitas

Tahapan uji homogenitas dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh informasi mengenai subjek penelitian berasal dari populasi (varian) yang homogen atau heterogen. Tahapan uji homogenitas ini

dilakukan terhadap data literasi sains dan HOTS pembelajar dari kelas eksperimen, kontrol 1, dan kontrol 2. Uji homogenitas ini dilaksanakan dengan menggunakan analisis *Levene's Test* pada program SPSS. Analisis *Levene's* digunakan untuk membandingkan kesamaan varian pada variabel literasi sains dan HOTS. Sementara itu, apabila analisis *Levene's* menghasilkan nilai signifikansi yang lebih tinggi daripada 0,05, maka dapat dikemukakan bahwa terdapat kesamaan varian pada variabel literasi sains dan HOTS.

Sementara itu, hipotesis yang dirumuskan untuk mengukur uji homogenitas data literasi sains dan HOTS pembelajar dari ketiga kelas tersebut ebagai berikut.

H₀: Tidak terdapat perbedaan varian pada variabel literasi sains dan HOTS pembelajar dari kelas eksperimen, kontrol 1, dan kontrol 2.

H₁: Terdapat perbedaan varian pada variabel literasi sains dan HOTS pembelajar dari kelas eksperimen, kontrol 1, dan kontrol 2.

c) Uji Efektivitas

Setelah semua uji prasyarat terpenuhi, maka hasil literasi sains dan HOTS pembelajar dari kelas eksperimen, kontrol 1, dan kontrol 2 dianalisis dengan menggunakan *Anava Mixed Design* dengan *General Linear Model* (GLM). Adapun tujuan dari analisis *Anava Mixed Design* yaitu untuk (1) menguji perbedaan skor *pretest-posttest* kemampuan literasi sains dan HOTS pembelajar dari kelas eksperimen, kontrol 1, dan kontrol 2. (2) Menguji ada tidaknya perubahan skor *pretest-posttest*

literasi sains dan HOTS pembelajar dari kelas eksperimen, kontrol 1, dan kontrol 2. (3) mengetahui besar sumbangan stimulus yang diberikan berupa kegiatan belajar fisika yang berbasis *guided inquiry* dengan bantuan simulasi android permainan *tulup* dalam pokok bahasan momentum dan impuls untuk memaksimalkan literasi sains dan HOTS pembelajar. Sementara itu, hipotesis yang dirumuskan untuk uji *Anava Mixed* yaitu sebagai berikut.

a) Uji Hipotesis Pertama

Hipotesis yang pertama dilaksanakan dengan tujuan untuk memperoleh informasi tentang perbedaan literasi sains dan HOTS pembelajar di kelas eksperimen, kelas kontrol 1, dan kelas kontrol 2. Hipotesis yang pertama ini dianalisis menggunakan analisis *Tests of Within-Subjects Effects* melalui program SPSS. Adapun hipotesis yang pertama sebagai berikut.

H_0 : Tidak ada perbedaan literasi sains dan HOTS pembelajar di kelas eksperimen, kontrol 1, dan kontrol 2.

H_1 : Ada perbedaan kemampuan literasi sains dan HOTS pembelajar di kelas eksperimen, kontrol 1, dan kontrol 2.

Sementara itu, kriteria yang diimplementasikan untuk menentukan kesimpulan uji *Anava Mixed* adalah H_0 ditolak dan H_1 diterima, apabila nilai sig. (2 tailed) $> \alpha$ (0,05).

b) Uji Hipotesis Kedua

Hipotesis yang kedua yaitu hipotesis tentang perubahan (peningkatan) kemampuan literasi sains dan HOTS pembelajar pada kelas eksperimen, kontrol 1, dan kontrol 2. Hipotesis yang kedua ini dianalisis menggunakan analisis *Pairwase Comparisons* melalui program SPSS. Adapun hipotesis yang kedua sebagai berikut.

H_0 : Tidak ada peningkatan literasi sains dan HOTS pembelajar di kelas eksperimen, kontrol 1, dan kontrol 2.

H_1 : Ada peningkatan kemampuan literasi sains dan HOTS pembelajar di kelas eksperimen, kontrol 1, dan kontrol 2.

Sementara itu, kriteria yang diimplementasikan untuk menentukan kesimpulan uji *Anava Mixed* adalah H_0 ditolak dan H_1 diterima, apabila nilai sig. (2 tailed) $> \alpha$ (0,05).

3) Analisis *Size Effect* atau Analisis Sumbangan Perlakuan terhadap Peningkatan Literasi Sains dan HOTS Peserta Didik

Analisis *size effect* digunakan dengan tujuan untuk mempelajari informasi mengenai besar sumbangan yang diberikan berupa perlakuan pembelajaran fisika yang berbasis *guided inquiry* dengan bantuan simulasi android permainan *tulup* untuk memaksimalkan literasi sains dan HOTS pembelajar. Analisis *size effect* ini dilaksanakan dalam dua tahapan, yaitu analisis *size effect* yang pertama dilakukan secara keseluruhan terhadap kelas eksperimen, kontrol 1, dan kontrol 2 dengan tujuan untuk mengetahui besar sumbangan yang diberikan. Sementara itu, analisis *size effect* yang kedua dilakukan secara terpisah dengan

menggunakan hasil *pretest-posttest* literasi sains dan HOTS pembelajar di ketiga kelas tersebut. Pengolahan *size effect* ini dilakukan dengan program SPSS berdasarkan nilai *Partial Eta Squared* yang ditunjukkan melalui tabel *multivariate tests* tipe *hotelling's trace*.

b. Analisis Data Instrumen Literasi Sains dan HOTS

1) Analisis Validitas Konten Soal Tes Literasi Sains dan HOTS

Nilai validitas konten soal tes literasi sains dan HOTS dihitung menggunakan persamaan Aiken's V. Tujuannya untuk mengetahui nilai koefisien validitas konten yang disesuaikan dengan hasil penilaian oleh beberapa validator ahli sebanyak n orang terhadap letak suatu butir dapat mewakili konstruk yang diukur (Azwar, 2015: 111). Sementara itu, persamaan statistik Aiken's V dapat dinyatakan pada persamaan 18.

$$V = \sum \frac{s}{[n(c - 1)]}$$

$$V = \sum \frac{r - l_o}{[n(c - 1)]} \quad (18)$$

keterangan:

s = Penilai ke n

l_o = Angka penilaian validitas yang terendah

C = Angka penilaian validitas yang tertinggi

r = Angka yang diberikan oleh penilai ke n

Setelah nilai koefisien V diperoleh, kemudian nilai koefisien V dibandingkan dengan tabel Aiken pada Lampiran 3.i. Suatu butir soal

atau angket dikatakan valid jika nilai koefisien Aikennya lebih besar atau sama dengan nilai minimal pada tabel Aiken (Aiken, 1985).

2) Analisis Validitas Empiris Soal Tes Kemampuan Literasi Sains dan HOTS

Validitas butir soal tes dalam teori respon butir adalah validitas fit yang merupakan kesesuaian butir soal dengan model (*item fit*) yang digunakan (Wright & Stone, 1999: 37). Wright dan Stone (1999: 38) menyatakan bahwa *item fit* merupakan hasil analisis sejauh mana respons peserta tes terhadap setiap butir yang sesuai dengan model. Validitas empiris soal tes literasi sains dan HOTS pada penelitian ini dianalisis dengan program QUEST dengan melihat nilai rerata INFIT *Mean of Square* (INFIT MNSQ) dan simpangan bakunya (Adam & Kho, 1996: 77).

Suatu butir dikatakan fit, apabila nilai INFIT MNSQ antara 0,77 sampai 1,30. Selain itu, batas penerimaan butirnya mengimplementasikan INFIT MNSQ (antara 0,77 sampai dengan 1,30) dan mengimplementasikan INFIT t yang batasnya -2,0 sampai 2,0, maka didapatkan butir soal yang cocok memenuhi *goodness fit*. Selain melihat INFIT MNSQ, kesesuaian setiap butir dengan model juga dapat diketahui dengan melihat *OUTFIT Mean of Square* (OUTFIT MNSQ). Suatu butir dikatakan fit dengan model jika $0,5 < \text{OUTFIT MNSQ} < 1,5$ (Boone, Staver & Yale, 2014: 87). Oleh karena itu, apabila rerata INFIT MNSQ sesuai dengan model, maka keseluruhan butir dinyatakan valid. Setiap

butir yang sesuai dengan model berdasarkan INFIT MNSQ dan OUTFIT MNSQ, maka butir tersebut juga valid.

3) Analisis Reliabilitas Soal Kemampuan Literasi Sains dan HOTS

Analisis reliabilitas butir soal tes literasi sains dan HOTS menurut analisis teori respon butir diketahui berdasarkan indeks sparasi butir (*item estimate*) dan indeks sparasi person (*case estimate*) (Subali & Suyata, 2011: 22). Apabila semakin besar nilai indeks separasi butir tes, maka semakin besar ketepatan keseluruhan butir tes dengan model yang digunakan, yaitu PCM. Selain itu, semakin tinggi nilai indeks sparasi person, maka semakin tinggi kekonsistenan setiap butir dalam mengukur kemampuan person (Subali & Suyata, 2011: 23). Sementara itu, kriteria nilai *item estimate* dan *case estimate* dapat ditunjukkan pada Tabel 14 berikut.

Tabel 14. Kriteria Nilai *Item Estimate* dan *Case Estimate*

Nilai Reliabilitas <i>Item Estimate</i> dan <i>Case Estimate</i>	Kriteria
> 0,94	Istimewa
0,91 – 0,94	Bagus Sekali
0,81 – 0,90	Bagus
0,67 – 0,80	Cukup
< 0,67	Lemah

(Sumintono & Widhiarso, 2015: 35).

4) Analisis Kesukaran Butir Soal Tes Kemampuan Literasi Sains dan HOTS

Tahapan uji coba secara empiris dilakukan juga untuk mempelajari apakah butir soal tes kemampuan literasi sains dan HOTS memenuhi syarat berdasarkan tingkat kesukaran butir atau tidak. Analisis

kesukaran butir tes literasi sains dan HOTS dilaksanakan dengan menggunakan program QUEST dan butir dikatakan baik, apabila indeks kesukarannya (b) memenuhi $-2,0$ sampai $2,0$ (Retnawati, 2016: 56). Sementara itu, tingkat kesulitan butir soal literasi sains dan HOTS dapat dilihat dari nilai delta atau *threshold*. Kriteria nilainya yaitu, $b > 2$ (berkategori sangat sulit), $1 < b \leq 2$ (berkategori sulit), $-1 \leq b \leq 1$ (berkategori sedang), $-1 > b \geq -2$ (berkategori mudah), dan $b \geq -2$ (berkategori sangat mudah).

5) Kurva Karakteristik Item/Item Curve Characteristic (ICC)

Uji coba empiris dilakukan juga untuk mengetahui kurva karakteristik setiap butir tes literasi sains dan HOTS. Kurva ICC butir tes literasi sains dan HOTS dapat diketahui melalui program Parscale. Kurva ICC ini digunakan untuk melihat karakteristik setiap butir serta setiap kategori jawaban dari tes literasi sains dan HOTS.

6) Grafik Fungsi Informasi dan *Standard Error of Measurement* (SEM)

Uji coba empiris dilakukan juga untuk mengetahui grafik fungsi informasi dengan *standard error of measurement* (SEM) hasil pengukuran kemampuan literasi sains dan HOTS. Hasil pengukuran yang dimaksud berupa interaksi antara tes literasi sains dan HOTS dengan kemampuan pembelajar (Sumintono & Widhiarso, 2015: 36). Sementara itu, grafik fungsi informasi dan SEM pada penelitian ini dapat diketahui

dari program Parscale. Melalui grafik fungsi informasi dan SEM, sehingga bisa dipelajari apakah soal tes literasi sains dan HOTS tersebut cocok untuk diujikan pada pembelajar dengan beragam tingkatan kemampuan baik rendah, sedang, tinggi, atau sangat tinggi (Istiyono, 2014: 76).

c. Analisis Profil Kemampuan Literasi Sains dan HOTS

Analisis ini dilakukan untuk menjelaskan secara rinci tentang profil kemampuan literasi sains dan HOTS peserta didik berupa peningkatan aspek-aspek literasi sains dan HOTS pembelajar dari kelas eksperimen, kontrol 1, serta kontrol 2 sebelum dan setelah kegiatan pembelajaran fisika. Analisis ini dilakukan dengan bantuan Microsoft Excel dengan pengkategorian nilai peserta didik sebelum dan setelah kegiatan pembelajaran fisika yang mengacu pada kategori asesmen skala empat seperti halnya yang disajikan pada Tabel 15 berikut.

Tabel 15. Kriteria Penilaian Skala Empat

Skor Peserta Didik	Kriteria Pencapaian	Kategori	Nilai
$X \geq \bar{X}_1 + 1,0 SB_i$	$X \geq 74,5$	Sangat Baik	A
$\bar{X}_1 < X \leq \bar{X}_1 + 1,0 SB_i$	$62,5 < X \leq 74,5$	Baik	B
$\bar{X}_1 - 1,0 SB_i < X \leq \bar{X}_1$	$50 < X \leq 62,5$	Kurang	C
$X \leq \bar{X}_1 - 1,0 SB_i$	$X \leq 50$	Sangat Kurang	D

(Mardapi, 2012: 162).